

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-039610

(43)Date of publication of application : 08.02.2000

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

(21)Application number : 10-200906

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH CORP <IBM>

(22)Date of filing : 15.07.1998

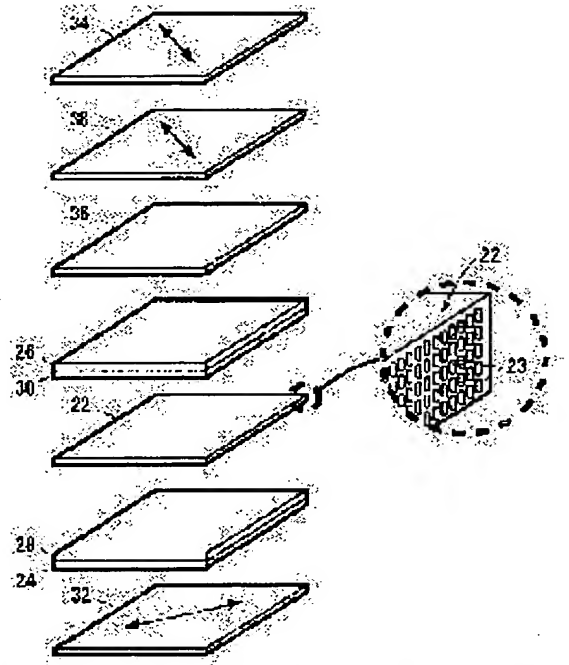
(72)Inventor : SAITO YUKITO

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a vertical alignment liquid crystal display capable of completely compensating the contrast and obtaining the high contrast even if viewed from an oblique direction.

SOLUTION: Optical compensation is carried out using a uniaxial optically anisotropic sheet 36 and a biaxial optically anisotropic sheet 38. It is desirable that the retardation of the uniaxial optically anisotropic sheet 36 is reverse to the retardation of a liquid crystal layer 22 in positive and negative and the absolute value is $\geq 75\%$ and $\leq 100\%$. The uniaxial optically anisotropic sheet 36 can be integrated into one body with a polarizing plate 34. The biaxial optically anisotropic sheet 38 desirably has a lagging axis parallel with a transmission axis of either of polarizing plates 32, 34, 190 nm-390 nm retardation in the plane and 0.28-0.67 retardation in the direction of thickness.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.07.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3299190

[Date of registration] 19.04.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2000-15614

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 02.10.2000

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The liquid crystal display which has the 1st polarizing plate which has the transparency shaft of the predetermined direction, a 2 shaft optical anisotropy sheet, the liquid-crystal layer which consists of a nematic liquid crystal molecule which has the negative dielectric constant anisotropy which carried out perpendicular orientation, and the 2nd polarizing plate which has the transparency shaft which intersects perpendicularly with said predetermined direction in this sequence, and has a 1 shaft optical anisotropy sheet further between said liquid-crystal layer and said 2 shaft optical anisotropy sheet or between said liquid-crystal layer and said 2nd polarizing plate.

[Claim 2] The retardation of said 1 shaft optical anisotropy sheet and the retardation of said liquid crystal layer are a liquid crystal display according to claim 1 with which the absolute value of the retardation of said 1 shaft optical anisotropy sheet is characterized by positive/negative being reverse and being 100% or less 75% or more of the absolute value of the retardation of said liquid crystal layer.

[Claim 3] The liquid crystal display according to claim 2 with which retardation within a field of said 2 shaft optical anisotropy sheet is characterized by being 190nm - 390nm.

[Claim 4] The liquid crystal display according to claim 3 characterized by the retardation of the thickness direction of said 2 shaft optical anisotropy sheet being 0.28-0.67.

[Claim 5] The liquid crystal display according to claim 2 with which retardation within a field of said 2 shaft optical anisotropy sheet is characterized by the retardation of the thickness direction being 0.3-0.65 by 205nm - 315nm.

[Claim 6] The liquid crystal display according to claim 1 with which the lagging axis within a field of said 2 shaft optical anisotropy sheet is characterized by being the transparency shaft of said 1st polarizing plate or said 2nd polarizing plate, and abbreviation parallel.

[Claim 7] The liquid crystal display according to claim 2 characterized by for said 1 shaft optical anisotropy sheet uniting with said 2nd polarizing plate, and preparing it.

[Claim 8] The liquid crystal display according to claim 2 with which said 1 shaft optical anisotropy sheet is characterized by being triacetyl cellulose.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the so-called perpendicular orientation liquid crystal display which controls transparency and cutoff of light by impressing vertical electric field about an active matrix liquid crystal display to the liquid crystal layer which carried out orientation of the liquid crystal molecule which has a negative dielectric constant anisotropy especially perpendicularly, and carrying out orientation horizontally.

[0002]

[Description of the Prior Art] As an indicating equipment using a liquid crystal ingredient, the method to which electric field are applied in the perpendicular direction to a substrate is widely used using the liquid crystal layer which carried out the twist array of the nematic liquid crystal conventionally. In this method, two polarizing plates are arranged so that a polarization shaft may intersect perpendicularly up and down, and in order that [of a liquid crystal layer] a liquid crystal molecule may carry out orientation perpendicularly at the time of electric-field impression, black is usually obtained as image display. However, since the birefringence was produced with the liquid crystal molecule and the polarization direction rotated, when a display was seen from across, a perfect black display was not obtained, but contrast fell, and the light which penetrates a liquid crystal layer aslant in the condition that the liquid crystal molecule is carrying out orientation perpendicularly at the time of electric-field impression had produced the problem that the angle of visibility which can observe good image display was narrow.

[0003] Moreover, in order to solve this problem, the liquid crystal display by the so-called in plane switching (IPS) mode which makes an parallel direction the direction of the electric field impressed to liquid crystal in recent years to a substrate is proposed. Since a liquid crystal molecule mainly rotates in an parallel field to a substrate in the case of IPS mode, the difference of the degree of the rate of a birefringence at the time of the electric-field impression at the time of seeing from across and un-impressing is small, therefore it is known that an angle of visibility will spread. However, in the IPS mode liquid crystal display, in order to prepare an electrode for example, with the opaque Kushigata configuration on one base material of the base materials which exist in the both sides of a liquid crystal layer, it has the trouble that a numerical aperture falls. The IPS mode liquid crystal display with a low numerical aperture is disadvantageous for a portable application like a notebook computer from a viewpoint of power consumption, and current is used mainly as an independent monitor in many cases.

[0004] As a leading method of solving the above troubles and realizing the liquid crystal display of a high angle of visibility and a high numerical aperture, the liquid crystal display in perpendicular orientation mode is proposed. The liquid crystal layer which consists of a liquid crystal molecule which has a negative dielectric anisotropy is prepared between the parallel plate electrodes of two sheets. In the condition that the electrical potential difference is not impressed to the electrode, orientation of the liquid crystal molecule is perpendicularly carried out to the electrode. Moreover, as for the up-and-down polarizing plate, the polarization shaft of each other is arranged perpendicularly. At the time of electrical-potential-difference OFF, since incident light goes a liquid crystal layer straight on, the light which passed one polarizing plate and turned into the linearly polarized light is completely interrupted with the polarizing plate of another side, and becomes black [image display]. At the time of electrical-potential-difference ON, orientation of the liquid crystal molecule which has a negative dielectric anisotropy is carried out in parallel to the direction of 90 degrees, i.e., an electrode, to the direction of electric field. In this case, since incident light rotates by the liquid crystal layer which has a retardation, the light which passed one polarizing plate and turned into the linearly polarized light passes the polarizing plate of another side, and image display serves as white.

[0005] In perpendicular orientation mode, although front contrast is very good, the viewing-angle

contrast of the direction of four directions worsens rather than IPS. For this reason, although using an optical compensation sheet is performed, the examination detailed about the size of the retardation of the perpendicular direction of a sheet about the direction and size of the retardation of the field inboard of a sheet is not made. It has announced that perfect compensation can be performed because Chen and others uses two 2 shaft sheets in SID'98 (SID'98 DIGEST 315 page). This is also giving an about 50nm retardation to field inboard, and aims at the effectiveness of rotation of a polarization shaft. Although it is experimentally confirmed by this approach that optical compensation is possible, that reason is not necessarily clarified completely. Moreover, the 2 shaft optical anisotropy sheet of two sheets is needed up and down.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Perpendicular orientation mode has one fault on a vision property theoretically. In perpendicular orientation mode, a black display is made using the liquid crystal molecule which carried out homogeneous orientation perpendicularly, and two polarizing plates arranged so that a transparency shaft may point out the direction of the upper and lower sides and right and left and may intersect perpendicularly to a screen transverse plane. When seeing a screen aslant from the direction in alignment with the transparency shaft of a polarizing plate, the transparency shaft of two sheets is in the physical relationship which intersect perpendicularly and is in sight, and a perfect black display is obtained from a homogeneous orientation liquid crystal layer having few birefringences which are produced in a TSUISUTEDDO mode liquid crystal layer again. On the other hand, since the transmitted light will produce a birefringence and light will leak so that it may understand also from it being in the physical relationship the angle which the transparency shaft of two polarizing plates makes seems to shift from 90 degrees if a screen is aslant seen from the direction [shaft / of a polarizing plate / transparency] shifted 45 degrees, sufficient black will not be obtained, but contrast will fall. In perpendicular orientation mode, since change of the retardation in the direction of a transverse plane and the direction of slant is not so large, the liquid crystal layer at the time of a black display has the remarkable fall of the contrast from the direction of 45 degrees more than IPS mode.

[0007] Drawing 1 is as a result of [of the contrast curve of the liquid crystal display in the perpendicular orientation mode of the conventional technique] count. As for a halftone dot part, it turns out that the 50 or more contrast field is shown and the fall of the contrast in the include angle of 45 degrees has arisen in four directions (zero azimuth, 90 degrees, 180 degrees, 270 degrees) to the polarization shaft of a polarizing plate. Moreover, as a result of the fall of contrast arising in four directions, reversal of brightness is also produced from black in the field of halftone. The fall of the contrast in such four directions was the fault in the very good perpendicular orientation mode of a vision property. The invention in this application aims at offering the liquid crystal display in the possible perpendicular orientation mode a perfect contrast compensation in the field of 80 degrees from a 360-degree omnidirection and zero polar angle.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The 1st polarizing plate with which the invention in this application has the transparency shaft of the predetermined direction, and a 2 shaft optical anisotropy sheet, The liquid crystal layer which consists of a nematic liquid crystal molecule which has the negative dielectric constant anisotropy which carried out perpendicular orientation, It has the 2nd polarizing plate which has a transparency shaft perpendicular to said predetermined direction in this sequence, and is further related with the liquid crystal display which has a 1 shaft optical anisotropy sheet between said liquid crystal layer and said 2 shaft optical anisotropy sheet or between said liquid crystal layer and said 2nd polarizing plate.

[0009] Moreover, the invention in this application relates to the liquid crystal display whose retardation of said 1 shaft optical anisotropy sheet is 100% or less 75% or more of a retardation of said liquid crystal layer.

[0010] Furthermore, the invention in this application relates to the liquid crystal display whose

retardation within a field of said 2 shaft optical anisotropy sheet is 190nm – 390nm.

[0011] Furthermore, the invention in this application relates to the liquid crystal display whose retardation of the thickness direction of said 2 shaft optical anisotropy sheet is 0.28–0.67.

[0012] Furthermore, the retardation within a field of said 2 shaft optical anisotropy sheet is 205nm – 315nm, and the invention in this application relates to the liquid crystal display whose retardation of the thickness direction is 0.3–0.65.

[0013] Furthermore, the invention in this application relates to the liquid crystal display whose lagging axes within a field of said 2 shaft optical anisotropy sheet are the transparency shaft of said 1st polarizing plate or said 2nd polarizing plate, and abbreviation parallel.

[0014] Furthermore, the invention in this application relates to the liquid crystal display with which said 1 shaft optical anisotropy sheet is prepared by uniting with said 2nd polarizing plate.

[0015] Furthermore, the invention in this application relates to the liquid crystal display said whose 1 shaft optical anisotropy sheet is triacetyl cellulose.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the contents of this invention are explained concretely.

[0017] Although the thing of various methods exists in a liquid crystal display, the direction which generally realizes the clear display condition, i.e., a white display condition, that a liquid crystal layer carries out the maximum transparency of the light is easy rather than it realizes the maximum concentration display condition which carries out the maximum electric shielding of the light, i.e., a black display condition. Therefore, in order to raise display contrast, it is very important to indicate it high concentration by black. In various kinds of liquid crystal display methods, various consideration is paid [how to attain sufficient black display]. Although a liquid crystal molecule will be in a rotation condition or a perpendicular orientation condition from the former in the liquid crystal display in twisted nematic mode used widely at the time of no energizing or energization, it is easier to realize a black display in the state of homogeneous perpendicular orientation rather than it realizes a black display in the state of rotation. Therefore, there is much what has adopted a configuration which serves as a black display in the perpendicular orientation condition at the time of energization. In order to realize this, a polarizing plate is installed in the upper and lower sides of a liquid crystal layer so that the polarization shaft may intersect perpendicularly. In this case, since the light which penetrated one polarizing plate and turned into the linearly polarized light at the time of no energizing rotates in a liquid crystal layer, outgoing radiation is carried out from the polarizing plate of the opposite side and it becomes a white display, such a configuration is read with the normally white. On the other hand, since it is homogeneous orientation in IPS mode or perpendicular orientation mode at the time of no energizing, the configuration which serves as a black display at the time of no energizing, i.e., a normally black, is easier for adjustment. Therefore, in IPS mode and perpendicular orientation mode, the direction of a normally black is adopted widely.

[0018] Drawing 2 shows the configuration in the perpendicular orientation mode of the conventional technique. Two polarizing plates 12 and 14 are arranged at the upper and lower sides of the liquid crystal layer 10 inserted between the electrodes (not shown) of two sheets, and the transparency shaft 18 of a polarizing plate 12 and the transparency shaft 20 of a polarizing plate 14 lie at right angles. Since the light which carried out incidence from [of a polarizing plate] the transverse plane turns into the linearly polarized light which has plane of polarization in transparency shaft orientation and plane of polarization and a liquid crystal lagging axis are in the same direction or a perpendicular direction, the plane of polarization of the linearly polarized light penetrates the liquid crystal layer 10, without carrying out rotation etc., and a black display is obtained by being intercepted with the polarizing plate of the opposite side.

[0019] However, the light which carried out incidence aslant from the polarizing plate is no longer intercepted with the polarizing plate of the opposite side. These people analyzed the cause analytically and established the approach of compensating the black condition in perpendicular orientation mode

nearly completely simply theoretically based on the following ideas. That is, the 1st is used and compensated for 1 shaft optical anisotropy sheet in order to make into zero the retardation of the liquid crystal layer of the direction (direction from which light escapes) of 45 degrees to a polarizing plate polarization shaft. When it does in this way, the linearly polarized light is still the linearly polarized light, even after passing along a liquid crystal layer and 1 shaft optical anisotropy sheet. A 2 shaft optical anisotropy sheet which is equivalent to $\lambda/2$ plate which has [2nd] the lagging axis of an parallel or perpendicular direction to the transparency shaft of a polarizing plate is added. Thus, the polarization shaft of the linearly polarized light can be rotated in the direction which is completely interrupted with the polarizing plate by the side of outgoing radiation.

[0020] Drawing 3 and drawing 4 show the lamination of the liquid crystal display panel of the invention in this application. An electrode 28 and an electrode 30 are formed in the front face of a substrate 24 and a substrate 26, respectively, and the liquid crystal layer 22 which consists of a nematic liquid crystal molecule 23 which has the negative dielectric anisotropy which carried out perpendicular orientation is inserted between the substrate and the electrode of these pairs. The polarizing plates 32 and 34 of a pair are formed in the outermost part. It is prepared in the location where the 1 shaft optical anisotropy sheet 36 adjoins a substrate 26 or a substrate 24, and is prepared in the location where the 2 shaft optical anisotropy sheet 38 adjoins a polarizing plate 34.

[0021] The 1st compensation by 1 shaft optical anisotropy sheet is explained. If a polar angle is set to θ , Δn of a liquid crystal layer can be expressed with the following formula.

$\Delta n = \{n_o / (n_o^2 \sin^2 \theta + n_e^2 \cos^2 \theta)^{1/2} - n_o\}$ -- here, the refractive index of liquid crystal [in / in n_e / abnormality light] and n_o are the refractive indexes of the liquid crystal layer in Tsunemitsu.

Therefore, the retardation of the liquid crystal layer at the time of seeing from across is set to $\Delta n_{LC} = \Delta n \times d / \cos \theta$. Here, d is the thickness of a liquid crystal layer. the retardation of the 1 shaft optical anisotropy sheet when similarly seeing from across -- $\Delta n_{Film} = \Delta N \times D / \cos \theta$ -- it is here, and D is the thickness of a 1 shaft optical anisotropy sheet, and is $\Delta N = \{N_o N_e / (N_o^2 \sin^2 \theta + N_e^2 \cos^2 \theta)^{1/2} - N_o\}$. In order to compensate the retardation which a liquid crystal layer has with a 1 shaft optical anisotropy sheet, it is necessary to materialize $\Delta n_{LC} + \Delta n_{Film} = 0$. It follows, a liquid crystal layer has a forward refractive-index anisotropy, namely, in $n_e > n_o$, it is necessary for a sheet to have $N_e < N_o$, i.e., a negative refractive-index anisotropy.

[0022] Next, the 2nd compensation by the 2 shaft optical anisotropy sheet is explained. When it sees from across, the polarization shaft of the polarizing plate with which the upper and lower sides lie at right angles shifts from a rectangular cross seemingly. The light penetrated without being intercepted with the polarizing plate of the opposite side since it has a component parallel to the transparency shaft of the polarizing plate of the opposite side will produce the light which carried out incidence aslant from the polarizing plate, sufficient black display will not be obtained, but contrast will fall. If two arrow heads which it intersects perpendicularly that the light which carried out incidence to the polarizing plate from across has a component parallel to the transparency shaft of the polarizing plate of the opposite side, and form the alphabetic character of X (X) are seen from right above, two arrow heads may intersect perpendicularly, but if it sees from across, he can understand intuitively also from the include angle which distortion and two arrow heads make [the alphabetic character of X] shifting from 90 degrees. In order to improve the contrast fall produced when it sees from such slant, the optical compensation sheet of the 2 shaft optical anisotropy which has the following properties is prepared between a liquid crystal layer and a polarizing plate.

[0023] The optically biaxial optical compensation sheet of the invention in this application is used in order to rotate the polarization shaft of the linearly polarized light. In the polarization shaft of light which carried out [slanting] incidence to the polarizing plate from the azimuth, and became the linearly polarized light having gone straight on as it is, in case the polarizing plate of the opposite side is reached, since the polarization shaft of the linearly polarized light and the polarization shaft of the polarizing plate of the opposite side do not intersect perpendicularly, the linearly polarized light is rotated on the way.

Especially a desirable optical compensation sheet is a sheet in which the property near $\lambda/2$ plate is shown. A retardation has a value of $\delta n d = \lambda/2$ (λ is the wavelength of light), and when the linearly polarized light from which plane of polarization ϕ shifted [lagging axis / of $\lambda/2$ plate] carries out incidence of the $\lambda/2$ plate, it has the property to do 2ϕ rotations of the linearly polarized light. Here, the refractive index n_x of the direction (y-axis) where a x axis and the refractive index n_y of the direction of refractive-index maximum n_z in a sheet surface (x axis) cross at right angles within a sheet surface in $\delta n d = (n_x - n_y) x d$, however n_x is the thickness of a sheet. The light which reached the polarizing plate by the side of outgoing radiation becomes close to the linearly polarized light, so that the retardation of an optical compensation sheet is close to $\lambda/2$. If it is 2 [1/] the retardation value of this, i.e., about 190nm – about 390nm, which is about 380nm – about 780nm which is the wavelength field of the light as an optical compensation sheet used for the liquid crystal display of the invention in this application, it can act effectively, and the contrast at the time of seeing from across about the light can be raised, and a viewing-angle property can be raised.

[0024] Although seen from across therefore, the linearly polarized light becomes possible [raising black display concentration more] by rotating the linearly polarized light with the linearly polarized light with the 2 shaft optical anisotropy sheet which is equivalent to such $\lambda/2$ plate in the part which shifted from the perpendicular to the transparency shaft of the polarizing plate by the side of outgoing radiation, and returning. Although such a 2 shaft optical anisotropy sheet does not have optical effect at all to the light from a transverse plane, it will demonstrate the effectiveness as $\lambda/2$ plate to the light from slant. Below, when this point is seen from a transverse plane, the case where it has arranged so that the lagging axis within a field of a 2 shaft optical anisotropy sheet may become the transparency shaft of one of polarizing plates and parallel is made into an example, and it explains.

[0025] Drawing 5 shows the physical relationship of the transparency shafts 52 and 54 of two polarizing plates when seeing from across, and the lagging axis 58 of a 2 shaft optical anisotropy sheet. The refractive index corresponding to the polarization shaft of two proper and it exists in a 2 shaft optical anisotropy sheet, and the shaft of the one where the refractive index of them is larger is called lagging axis. Although the absorption shaft of an up-and-down polarizing plate serves as an alphabetic character of X (X) flat seen from the direction of an azimuth of 45 degrees, since it crosses at right angles, the absorption shaft of a polarizing plate, and the transparency shaft, i.e., the polarization shaft, of a polarizing plate, the transparency shafts 52 and 54 serve as longwise X. The lagging axis 58 of a 2 shaft optical anisotropy sheet has shifted from the transparency shaft 52 because differ from the refractive index within a field, namely, the refractive index of the thickness direction of a 2 shaft optical anisotropy sheet is optically biaxial. As for the transparency shaft 52 and the transparency shaft 54, only the include angle ψ has shifted from 90 degrees. It can ask geometrically (P. Yeh, J.Opt.Soc.Am., 72, P.507 (1982)), and ψ at the time of the 45 directions of an azimuth and the direction θ_0 of a polar angle is [0026].

[Equation 1]

$$\phi = 2 \arcsin \left(\frac{\sin^2 \frac{1}{2} \theta_0}{(1 - \frac{1}{2} \sin^2 \theta_0)^{\frac{1}{2}}} \right)$$

[0027] It comes out and expressed. If a lagging axis uses the 2 shaft optical anisotropy sheet which is the direction of a lagging axis 58, or a direction perpendicular to a lagging axis 58 and which has the property of $\lambda/2$ plate the include angle which the plane of polarization (the same direction as the transparency shaft 52) of the light which passed the polarizing plate by the side of incidence, and the lagging axis 58 of a 2 shaft optical anisotropy sheet make -- $\psi/2$ -- or $(\psi / 2 + 90 \text{ degrees})$ -- it is -- since -- the plane of polarization of the linearly polarized light -- a 2 shaft optical anisotropy sheet -- an include angle ψ -- or $(\psi + 180 \text{ degrees})$ -- only -- it rotates. Therefore, the plane of polarization of the linearly polarized light becomes possible [intercepting light nearly completely in the polarizing plate

by the side of outgoing radiation] in accordance with a shaft 56 (the transparency shaft 54 and rectangular cross) therefore. It experimented based on the above consideration and what contrast serves as [the retardation Nz of the thickness direction] max for in the 0.5 neighborhoods (that is, it has physical properties with the 2 shaft optical anisotropy sheet nearest to $\lambda/2$ plate) became clear. Nz is [0028] here. $Nz=(n_x-n_z)/(n_x-n_y)$

[0029] It is come out and expressed. It can be said that it is much more desirable to have such Nz since the value of a retardation shows the value near $\lambda/2$ even if it is reported that the value of a retardation does not have angular dependence (H. Mori, P.J.Bos:IDRC'97Digest M-88 (1997)) and it is from slant, when it is $Nz=0.5$.

[0030] As mentioned above, compensation of the perfect black condition in perpendicular orientation mode is realizable by combining a 1 shaft optical anisotropy sheet and a 2 shaft optical anisotropy sheet. If a 1 shaft optical anisotropy sheet and a 2 shaft optical anisotropy sheet exist between two polarizing plates, effective optical compensation can be performed, but in order to realize the maximum optical compensation, it is desirable to take the still more nearly following points into consideration. First, since the linearly polarized light can be rotated with the linearly polarized light if the 2 shaft optical anisotropy sheet of the optimal conditions is used, the configuration of that there is neither a liquid crystal layer nor 1 shaft optical anisotropy sheet between a 2 shaft optical anisotropy sheet and a polarizing plate is more advantageous to performing perfect black compensation. Next, in order to compensate before the light influenced of the retardation of a liquid crystal layer is influenced [still more nearly optical], it is desirable that it is in the physical relationship by which the 1 shaft optical anisotropy sheet adjoined the liquid crystal layer. Therefore, when the most desirable physical relationship is considered except for a substrate and an electrode, it is the order (drawing 4) of the order (drawing 3) of a polarizing plate 34, the 2 shaft optical anisotropy sheet 38, 1 shaft optical anisotropy sheet 36, the liquid crystal layer 22, and a polarizing plate 32 or a polarizing plate, a 2 shaft optical anisotropy sheet, a liquid crystal layer, a 1 shaft optical anisotropy sheet, and a polarizing plate.

[0031] It unites with a polarizing plate and the 1 shaft optical anisotropy sheet may be prepared. Since alignment with a polarization shaft or the lagging axis of a liquid crystal layer is not needed, even if it unites with a polarizing plate, it is easy for a 1 shaft optical anisotropy sheet to make a required function discover. When a polarizing plate has triacetyl cellulose (TAC) as a protective layer especially, it becomes unnecessary to prepare a 1 shaft optical anisotropy sheet separately by thick-film-izing the paint film of TAC by the side of the liquid crystal layer of a polarizing plate rather than the thickness of the usual protective layer. Typically, the 1 shaft optical anisotropy sheet required for cancellation of the retardation of a liquid crystal layer needs to have the retardation for example, around 300nm to TAC as a protective layer having the retardation for example, around 50nm. Therefore, the property as a 1 shaft optical anisotropy sheet which suits this invention can also be given to a polarizing plate by preparing the TAC paint film of a thick film which is equivalent to this.

[0032]

[Example] An example is shown below and the contents of the invention in this application are further explained to a detail. These examples do not show the example of the contents of the invention in this application, and the invention in this application is not limited to these examples. The optical simulation using the Jones matrix is calculating and examining the example.

[0033] What is used from the former as an object for perpendicular orientation modes can use a liquid crystal cell, an electrode and a substrate, a polarizing plate, etc. as it is. The orientation of a liquid crystal cell is perpendicular orientation, and liquid crystal has the negative dielectric constant anisotropy, and can use what is developed and marketed for perpendicular orientation modes. The physical properties of a liquid crystal cell were set to cel gap:4.8micrometer of δn :0.081 of liquid crystal, $\delta\epsilon$:-4.6, and a liquid crystal layer. δn of the liquid crystal at this time is 0.39 micrometers. Liquid crystal carries out orientation division at right and left. Since the approach using a projection as a method for carrying out orientation division is unnecessary also for rubbing, it is suitable. The

polarization shaft of an up-and-down polarizing plate makes the polarization shaft of an up-and-down polarizing plate intersect perpendicularly. The lagging axis within xy side of $\delta_{\text{deltand}}=275\text{nm}$ of $\delta_{\text{deltand}}=0.35\text{micrometer}$ of the direction of the z-axis of 1 shaft optical anisotropy sheet and xy flat surface of a 2 shaft optical anisotropy sheet, $N_z=0.5$, and a 2 shaft optical anisotropy sheet presupposes that it is parallel to one of the polarization shafts of two polarizing plates.

[0034] Thus, if optical count is carried out using the wavelength of 550nm which is the typical value of the light, there will be no relief of a black viewing angle in the state of a black condition, i.e., electrifying [no], and optical compensation can be carried out in an omnidirection. Drawing 6 shows the result of the viewing-angle property of contrast in case there is a sheet to being as a result of [in case a sheet does not have drawing 1] count. In drawing 1 and drawing 6 $R>6$, the polar angle shows the result about the range of an omnidirection angle at 0 to 80 degrees, and the field where a black part becomes 50 or more contrast is expressed.

[0035] Ideally, this 2 shaft optical anisotropy sheet is $x(n_x-n_y) d=270\text{nm}$, and demonstrates effectiveness most at the time of $N_z=0.5$. drawing 7 -- $x(n_x-n_y)$ -- the value of contrast when d (axis of abscissa) and N_z (axis of ordinate) change is shown. The shadow area shows the part from which the contrast in the case of 90 azimuths and the 80 directions of a polar angle becomes ten or more. (n_x-n_y) By $x d=270\text{nm}$, centering on the place of $N_z=0.5$, when $x(n_x-n_y) d$ is 200nm – 320nm and $N_z(\text{es})$ are 0.25–0.7, it turns out that effectiveness is demonstrated greatly.

[0036] a 2 shaft optical anisotropy sheet -- one of the upper and lower sides -- as much as possible, although an parallel thing is desirable, if it is specifically within the limits of **two gaps from parallel, it will become the polarization shaft of a polarizing plate with abbreviation parallel and the thing which can fully be equal to practical use. Drawing 8 shows the include angle phi which the polarization shaft of a polarizing plate and the lagging axis of a sheet make, and the relation of transverse-plane contrast. In **2 times, 100 or more values are acquired and transverse-plane contrast can use a 2 shaft optical anisotropy sheet in the range of this phi.

[0037] Even if $\delta_{\text{deltand}}(s)$ of a liquid crystal layer differ, compensation of black level is possible by changing the retardation value of a 1 shaft optical anisotropy sheet. Drawing 9 is the result of asking for δ_{deltand} of a 1 shaft optical anisotropy sheet in case δ_{deltand} of a liquid crystal layer is 390nm, and the relation of contrast. Contrast is 80 polar angles and 90 azimuths. δ_{deltand} of an actual sheet is a negative value and the axis of abscissa of drawing 9 shows the absolute value of δ_{deltand} of a sheet. δ_{deltand} of the optimal sheet is about 355nm, and five or more contrast is acquired in the range of 300nm – 390nm. δ_{deltand} of such a desirable 1 shaft optical anisotropy sheet is the range shown with the slash of drawing 10 . As drawing 10 shows, when δ_{deltand} of a 1 shaft optical anisotropy sheet is 75 – 100% of δ_{deltand} of a liquid crystal layer, the remarkable effectiveness of using a 1 shaft optical anisotropy sheet is acquired.

[0038]

[Effect of the Invention] In the liquid crystal display in perpendicular orientation mode, it becomes possible to raise the viewing-angle property of the direction of slant, without making the property of the direction of a transverse plane change in any way, even if it is the configuration of using one 2 shaft optical anisotropy sheet by combining a 1 shaft optical anisotropy sheet and a 2 shaft optical anisotropy sheet.

[0039] Even if the number of 2 shaft optical anisotropy sheets is one, the point in which a perfect compensation is possible is very advantageous as shown below. First, since the 2 shaft optical anisotropy sheet is expensive more generally than a 1 shaft optical anisotropy sheet, cost is reduced. Moreover, since the 2 shaft optical anisotropy sheet which needs alignment adjustment ends by one sheet, a manufacture process becomes simple. Furthermore, even if δ_{deltand} of a liquid crystal layer changes, it is not necessary to change a 2 shaft optical anisotropy sheet, and it can respond by modification of the easy 1 shaft optical anisotropy sheet of adjustment of a retardation. Since a 1 shaft optical anisotropy sheet can also be easily united with a polarizing plate, consequently one sheet can be

omitted as a whole, it is especially advantageous. Furthermore, since it can take as a configuration also when [not only] perpendicular when the physical relationship of the adjoining polarization shaft of a polarizing plate and an adjoining 2 shaft optical anisotropy sheet is parallel, whenever [on a design / allowances] improves.

[0040] Moreover, a perfect optical compensation is theoretically realizable by using the 2 shaft optical anisotropy sheet which has a predetermined retardation.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the graph which shows the contrast curve of the liquid crystal display in the conventional technique.

[Drawing 2] It is drawing showing the lamination of the liquid crystal display in the conventional technique.

[Drawing 3] It is drawing showing the lamination of the liquid crystal display in the invention in this application.

[Drawing 4] It is drawing showing the lamination of the liquid crystal display in the invention in this application.

[Drawing 5] It is drawing showing the interrelation of the shaft of the layered product in the invention in this application.

[Drawing 6] It is the graph which shows the high contrast field of the liquid crystal display in the invention in this application.

[Drawing 7] It is the graph which shows the contrast curve of the liquid crystal display in the invention in this application.

[Drawing 8] It is the graph which shows the contrast curve of the liquid crystal display in the invention in this application.

[Drawing 9] It is the graph which shows δ of a 1 shaft optical anisotropy sheet, and the relation of contrast.

[Drawing 10] It is the graph which shows the relation of the combination of δ of a liquid crystal layer, and δ of a 1 shaft optical anisotropy sheet.

[Description of Notations]

10 22 Liquid crystal layer

23 Nematic Liquid Crystal Molecule

12, 14, 32, 34 Polarizing plate

18, 20, 52, 54 Transparency shaft

24 26 Substrate

28 30 Electrode

36 1, Shaft Optical Anisotropy Sheet

38 2 Shaft Optical Anisotropy Sheet

56 Shaft

58 Lagging Axis

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-39610

(P2000-39610A)

(43) 公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 F 1/1335

識別記号

5 1 0

F I

G 0 2 F 1/1335

5 1 0

テマコト* (参考)

2 H 0 9 1

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-200906

(22) 出願日

平成10年7月15日(1998.7.15)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 齊藤 之人

神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内

(74) 代理人 100086243

弁理士 坂口 博 (外1名)

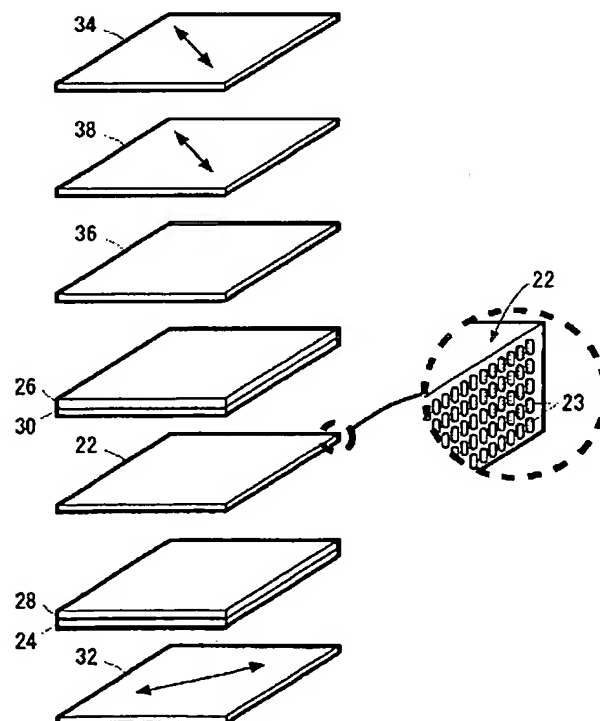
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 完全なコントラスト補償が可能で、斜め方向から見た場合でも高コントラストが得られる垂直配向液晶表示装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 一軸光学異方性シートと二軸光学異方性シートを用いて光学補償を行う。一軸光学異方性シートのリタデーションは、液晶層のリタデーションと正負が逆で、絶対値が75%以上100%以下であることが望ましい。一軸光学異方性シートは偏光板に一体に設けられていてもよい。二軸光学異方性シートは、遅相軸がいずれかの偏光板の透過軸と平行であること、面内リタデーションが190nmから390nmであること、厚さ方向のリタデーションが0.28から0.67であることが望ましい。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】所定方向の透過軸を有する第1偏光板と、二軸光学異方性シートと、垂直配向した負の誘電率異方性を有するネマチック液晶分子からなる液晶層と、前記所定方向と直交する透過軸を有する第2偏光板とをこの順序に有し、さらに、前記液晶層と前記二軸光学異方性シートとの間または前記液晶層と前記第2偏光板との間に一軸光学異方性シートを有する液晶表示装置。

【請求項2】前記一軸光学異方性シートのリタデーションと前記液晶層のリタデーションは正負が逆であり、かつ、前記一軸光学異方性シートのリタデーションの絶対値が、前記液晶層のリタデーションの絶対値の75%以上100%以下であることを特徴とする、請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】前記二軸光学異方性シートの面内リタデーションが、190nm～390nmであることを特徴とする、請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】前記二軸光学異方性シートの厚さ方向のリタデーションが0.28～0.67であることを特徴とする、請求項3に記載の液晶表示装置。

【請求項5】前記二軸光学異方性シートの面内リタデーションが205nm～315nmで、厚さ方向のリタデーションが0.3～0.65であることを特徴とする、請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項6】前記二軸光学異方性シートの面内遅相軸が、前記第1偏光板または前記第2偏光板の透過軸と略平行であることを特徴とする、請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項7】前記一軸光学異方性シートが、前記第2偏光板と一体化して設けられていることを特徴とする、請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項8】前記一軸光学異方性シートが、トリアセチルセルロースであることを特徴とする、請求項2に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アクティブマトリクス型液晶表示装置に関し、とくに、負の誘電率異方性を有する液晶分子を垂直方向に配向した液晶層に対して垂直方向の電界を印加して水平方向に配向させることにより光の透過・遮断を制御する、いわゆる垂直配向液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶材料を用いる表示装置としては、従来よりネマチック液晶をツイスト配列させた液晶層を用い、電界を基板に対して垂直な方向にかけける方式が広く用いられている。この方式においては、通常、液晶層の上下に偏光軸が直交するように2枚の偏光板を配置し、

2

電界印加時には液晶分子が垂直方向に配向するため画像表示として黒が得られる。ところが、電界印加時に液晶分子が垂直に配向している状態で液晶層を斜めに透過する光は、液晶分子により複屈折を生じ偏光方向が回転してしまうので、表示装置を斜めから見た場合には完全な黒表示が得られず、コントラストが低下し、良好な画像表示を観察することのできる視野角が狭いという問題を生じていた。

【0003】また、かかる問題を解決するため、近年液晶に印加する電界の方向を基板に対して平行な方向とする、いわゆるインプレーンスイッチング（IPS）モードによる液晶表示装置が提案されている。IPSモードの場合、液晶分子は主に基板に対して平行な面で回転するので、斜めから見た場合の電界印加時と非印加時における複屈折率の度合の相違が小さく、従って、視野角が広がることが知られている。しかし、IPSモード液晶表示装置においては、液晶層の両側に存在する基材のうちの一方の基材上にたとえば楕円形状の不透明な電極を設けるため、開口率が低下するという問題点を有している。開口率の低いIPSモード液晶表示装置は、消費電力の観点からノートパソコンのようなポータブル用途には不利であり、現在は主として独立のモニターとして用いられる場合が多い。

【0004】以上のような問題点を解決して高視野角かつ高開口率の液晶表示装置を実現する有力な方法として、垂直配向モードの液晶表示装置が提案されている。2枚の平行平板電極の間に負の誘電異方性を有する液晶分子からなる液晶層を設ける。液晶分子は、電極に対して電圧が印加されていない状態において電極に対して垂直に配向している。また、上下の偏光板は偏光軸が互いに垂直に配置されている。電圧オフ時には、入射光は液晶層を直進するので、一方の偏光板を通過して直線偏光となった光は他方の偏光板で完全に遮られて画像表示は黒色となる。電圧オン時には負の誘電異方性を有する液晶分子は電界方向に対して90度の方向、すなわち電極に対して平行に配向する。この場合、入射光はリタデーションを有する液晶層によって回転するので、一方の偏光板を通過して直線偏光となった光は他方の偏光板を通過して画像表示は白色となる。

【0005】垂直配向モードにおいては、正面のコントラストは非常に良好であるが、上下左右方向の視角コントラストはIPSよりも悪くなる。このため光学補償シートを用いることが行われているが、シートの面内方向のリタデーションの方向とその大きさについてやシートの垂直方向のリタデーションの大きさについては詳細な検討がなされていない。SID'98においてChenらが二軸シートを2枚用いることで完全な補償ができることを発表している（SID'98 DIGEST 315頁）。これは面内方向にも50nm程度のリタデーションを持たせることで、偏光軸の回転の効果を狙った

(3)

3

ものである。この方法により光学補償が可能であることが実験的に確かめられているが、その理由は完全に明らかにされていない。また、上下に2枚の二軸光学異方性シートが必要とされている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】垂直配向モードは、原理的に視覚特性上の一つの欠点を有している。垂直配向モードでは、垂直方向にホモジニアスな配向をした液晶分子と、透過軸が画面正面に対して上下と左右の方向を指して直交するように配置した2枚の偏光板とを用いて黒表示がなされる。偏光板の透過軸に沿った方向から画面を斜めに見るときには、2枚の透過軸は直交して見える位置関係にありまたホモジニアス配向液晶層はツイステッドモード液晶層で生じるような複屈折も少ないことから、完全な黒表示が得られる。これに対して、偏光板の透過軸から45度ずれた方向から画面を斜めに見ると、2枚の偏光板の透過軸のなす角が90度からずれるように見える位置関係にあることからわかるように、透過光が複屈折を生じて光が漏れるので十分な黒が得られず、コントラストが低下してしまう。垂直配向モードでは、黒表示時における液晶層は、正面方向と斜め方向とのリタデーションの変化がさほど大きくないことから、IPSモード以上に45度の方向からのコントラストの低下が顕著である。

【0007】図1は、従来技術の垂直配向モードの液晶ディスプレイのコントラスト曲線の計算結果である。網点部分はコントラスト50以上の領域を示しており、偏光板の偏光軸に対して45度の角度におけるコントラストの低下が4方向（方位角0度、90度、180度、270度）において生じていることがわかる。また、4方向でコントラストの低下が生じる結果、黒から中間調の領域で輝度の反転も生じている。このような4方向でのコントラストの低下が、視覚特性の非常に良い垂直配向モードの欠点であった。本願発明は、360度全方位、極角0度から80度の領域で完全なコントラスト補償の可能な垂直配向モードの液晶ディスプレイを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本願発明は、所定方向の透過軸を有する第1偏光板と、二軸光学異方性シートと、垂直配向した負の誘電率異方性を有するネマチック液晶分子からなる液晶層と、前記所定方向と垂直な透過軸を有する第2偏光板とをこの順序に有し、さらに、前記液晶層と前記二軸光学異方性シートとの間または前記液晶層と前記第2偏光板との間に一軸光学異方性シートを有する液晶表示装置に関する。

【0009】また、本願発明は、前記一軸光学異方性シートのリタデーションが、前記液晶層のリタデーションの75%以上100%以下である液晶表示装置に関する。

4

【0010】さらに、本願発明は、前記二軸光学異方性シートの面内リタデーションが、190nm～390nmである液晶表示装置に関する。

【0011】さらに、本願発明は、前記二軸光学異方性シートの厚さ方向のリタデーションが0.28～0.67である液晶表示装置に関する。

【0012】さらに、本願発明は、前記二軸光学異方性シートの面内リタデーションが205nm～315nmで、厚さ方向のリタデーションが0.3～0.65である液晶表示装置に関する。

【0013】さらに、本願発明は、前記二軸光学異方性シートの面内遅相軸が、前記第1偏光板または前記第2偏光板の透過軸と略平行である液晶表示装置に関する。

【0014】さらに、本願発明は、前記一軸光学異方性シートが、前記第2偏光板と一体化して設けられている液晶表示装置に関する。

【0015】さらに、本願発明は、前記一軸光学異方性シートが、トリアセチルセルロースである液晶表示装置に関する。

20 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の内容を具体的に説明する。

【0017】液晶表示装置には種々の方式のものが存在するが、一般には、液晶層が光を最大限透過する明表示状態、すなわち白表示状態を実現する方が、光を最大限遮蔽する最大濃度表示状態、すなわち黒表示状態を実現するよりも容易である。したがって、表示コントラストを向上させるには、黒表示を高濃度にすることが極めて重要である。各種の液晶表示方式においては、いかにして十分な黒表示を達成するかということに対して様々な考慮が払われている。従来から広く用いられているツイステッドネマチックモードの液晶表示装置では、無通電時または通電時においては液晶分子が回転状態または垂直配向状態となるが、回転状態で黒表示を実現するよりもホモジニアスな垂直配向状態で黒表示を実現する方が容易である。そのため、通電時の垂直配向状態において黒表示となるような構成を採用しているものが多い。これを実現するために、液晶層の上下に偏光板が、その偏光軸が直交するように設置される。この場合、無通電時においては一方の偏光板を透過して直線偏光となった光は液晶層で回転し、反対側の偏光板から出射して白表示になるので、このような構成をノーマリホワイトとよんでいる。これに対して、IPSモードや垂直配向モードでは無通電時においてホモジニアスな配向となっているので、無通電時において黒表示となるような構成、すなわちノーマリブラックの方が調整が容易である。したがって、IPSモードおよび垂直配向モードではノーマリブラックの方が広く採用されている。

【0018】図2は、従来技術の垂直配向モードの構成を示している。二枚の電極（図示せず）の間に挿入され

(4)

5

た液晶層10の上下には偏光板12、14が2枚配置され、偏光板12の透過軸18と偏光板14の透過軸20とが直交している。偏光板の正面方向から入射した光は透過軸の方向に偏光面を有する直線偏光となり、偏光面と液晶遅相軸とは同一方向又は垂直方向にあるので直線偏光の偏光面は回転等せずに液晶層10を透過し、反対側の偏光板で遮断されることにより、黒表示が得られる。

【0019】ところが、偏光板から斜めに入射した光は反対側の偏光板で遮断されなくなる。本出願人はその原因を分析的に解析し、以下の考えに基づいて垂直配向モードにおける黒状態の補償を、理論上ほぼ完全に、かつ簡易に行う方法を確立した。すなわち、第1に、偏光板偏光軸に対しての45度方向（光が抜けてくる方向）の液晶層のリタデーションをゼロとするために、1軸光学異方性シートを用いて補償する。このようにすると、直線偏光は、液晶層および1軸光学異方性シートを通った後も直線偏光のままである。第2に、偏光板の透過軸に対して平行または垂直な方向の遅相軸を有するλ/2板に相当するような二軸光学異方性シートを追加する。このようにして、直線偏光の偏光軸を、出射側の偏光板で完全に遮られるような方向に回転させることができる。

【0020】図3および図4は、本願発明の液晶表示パネルの層構成を示している。基板24および基板26の表面にはそれぞれ電極28および電極30が設けられ、これらの一対の基板・電極の間には、垂直配向した負の誘電異方性を有するネマチック液晶分子23からなる液晶層22が挿入されている。最も外側には一対の偏光板32、34が設けられている。一軸光学異方性シート36が基板26または基板24に隣接する位置に設けられ、二軸光学異方性シート38が偏光板34に隣接する位置に設けられている。

【0021】1軸光学異方性シートによる第1の補償について説明する。極角をθとすると、液晶層のΔnは、次の式で表すことができる。

$$\Delta n = \{n_0 n_e / (n_0^2 \sin^2 \theta + n_e^2 \cos^2 \theta)^{1/2}\} - n_0$$

ここで、 n_e は異常光における液晶の屈折率、 n_0 は常光における液晶層の屈折率である。したがって、斜めから見た場合の液晶層のリタデーションは、

$$\Delta n d (\text{LC}) = \Delta n \times d / \cos \theta$$

となる。ここで、 d は液晶層の厚みである。同様に、斜めから見たときの1軸光学異方性シートのリタデーションは、

$$\Delta n d (\text{Film}) = \Delta N \times D / \cos \theta$$

ここで、 D は1軸光学異方性シートの厚みであり、 $\Delta N = \{N_0 N_e / (N_0^2 \sin^2 \theta + N_e^2 \cos^2 \theta)^{1/2}\} - N_0$

である。液晶層の有するリタデーションが一軸光学異方性シートによって補償されるためには、

6

$$\Delta n d (\text{LC}) + \Delta n d (\text{Film}) = 0$$

が成立することが必要となる。したがって、たとえば液晶層が正の屈折率異方性を有する、すなわち $n_e > n_0$ の場合には、シートは、 $N_e < N_0$ 、すなわち負の屈折率異方性を有することが必要となる。

【0022】次に、二軸光学異方性シートによる第2の補償について説明する。斜めから見た場合には上下の直交している偏光板の偏光軸が、見かけ上、直交からずれてくる。偏光板から斜めに入射した光は、反対側の偏光板の透過軸と平行な成分を有することから、反対側の偏光板で遮断されずに透過する光が生じ、従って十分な黒表示が得られずコントラストが低下してしまう。斜めから偏光板に入射した光が反対側の偏光板の透過軸と平行な成分を有することは、直交してエックス(X)の文字を形成する2本の矢印を、真上から見ると2本の矢印は直交してみえるが、斜めから見るとエックスの文字が歪み、2本の矢印のなす角度が90度からずれることから直感的に理解できる。このような斜めから見たときに生じるコントラスト低下を改善するためには、液晶層と偏光板との間に以下のような特性を有する二軸光学異方性の光学補償シートを設ける。

【0023】本願発明の二軸性の光学補償シートは、直線偏光の偏光軸を回転させるために用いる。斜めの方角方向から偏光板に入射して直線偏光となった光の偏光軸がそのまま直進したのでは、反対側の偏光板に到達する際には、直線偏光の偏光軸と反対側の偏光板の偏光軸とは直交しないことから、直線偏光を途中で回転させるのである。特に望ましい光学補償シートはλ/2板に近い特性を示すシートである。λ/2板は、リタデーションが $\Delta n d = \lambda / 2$ (λは光の波長) という値を有するものであり、λ/2板の遅相軸から偏光面がφずれた直線偏光が入射すると直線偏光を2φ回転させるという性質を有する。ここで、

$$\Delta n d = (n_x - n_y) \times d$$

ただし、 n_x はシート面内の屈折率最大値最大方向(x軸)の屈折率

n_y はシート面内にてx軸と直交する方向(y軸)の屈折率

d はシートの厚み

である。光学補償シートのリタデーションがλ/2に近いほど出射側の偏光板に到達した光が直線偏光に近くなる。本願発明の液晶表示装置に用いる光学補償シートとしては、そのリタデーション値が可視光の波長領域である約380nm〜約780nmの1/2倍、すなわち約190nm〜約390nmであれば有効に作用し、可視光について斜めから見た場合のコントラストを向上させ、視角特性を向上させることができる。

【0024】斜めから見るがゆえに直線偏光が出射側の偏光板の透過軸に垂直からずれた分を、このようなλ/2板に相当する二軸光学異方性シートにより直線偏光を

(5)

7

直線偏光のまま回転させて元に戻すことで、より黒表示濃度を高めることが可能となる。このような二軸光学異方性シートは、正面方向からの光に対しては何ら光学的な影響を与えないが、斜め方向からの光に対して $\lambda/2$ 板としての効果を発揮することとなる。以下この点を、正面方向から見たときに二軸光学異方性シートの面内遅相軸がいずれかの偏光板の透過軸と平行になるように配置した場合を例にして、説明する。

【0025】図5は、斜め方向から見たときの、2枚の偏光板の透過軸52、54および二軸光学異方性シートの遅相軸58の位置関係を示している。二軸光学異方性シートには2つの固有の偏光軸とそれに対応する屈折率が存在し、そのうちの屈折率が大きいほうの軸を遅相軸という。上下の偏光板の吸収軸は45度の方位角方向からみると偏平なエックス(X)の文字となるが、偏光板の透過軸すなわち偏光軸は偏光板の吸収軸と直交するので、透過軸52、54は縦長のXとなる。二軸光学異方性シートの遅相軸58が透過軸52とずれているのは二軸光学異方性シートの厚み方向の屈折率が面内の屈折率と異なる、すなわち二軸性だからである。透過軸52と透過軸54は90度から角度 ψ だけずれている。方位角方向45度、極角方向 θ_0 のときの ψ は幾何学的に求めることができ(P. Yeh, J. Opt. Soc. Am., 72, P. 507 (1982))、

【0026】

【数1】

$$\phi = 2 \arcsin \left[\frac{\sin^2 \frac{1}{2} \theta_0}{(1 - \frac{1}{2} \sin^2 \theta_0)^{\frac{1}{2}}} \right]$$

【0027】で表される。遅相軸が遅相軸58の方向あるいは遅相軸58と垂直な方向である、 $\lambda/2$ 板の特性を有する二軸光学異方性シートを用いると、入射側の偏光板を通過した光の偏光面(透過軸52と同一方向)と二軸光学異方性シートの遅相軸58のなす角度が $\psi/2$ あるいは $(\psi/2 + 90^\circ)$ であるので、直線偏光の偏光面は二軸光学異方性シートによって角度 ψ または $(\psi + 180^\circ)$ だけ回転する。したがって、直線偏光の偏光面は、軸56(透過軸54と直交)と一致し、したがって、出射側の偏光板において光をほぼ完全に遮断することが可能となる。以上の考察に基づいて実験を行い、厚さ方向のリタデーション N_z が0.5付近においてコントラストが最大となる(すなわち、二軸光学異方性シートが $\lambda/2$ 板に最も近い物性を有する)ことが判明した。ここで N_z は、

【0028】 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$

【0029】で表される。 $N_z = 0.5$ である場合にはリタデーションの値が角度依存性を有しないことが報告されており(H. Mori, P. J. Bos: IDR C' 97 Digest M-88 (1997))、斜め

8

方向からであってもリタデーションの値が $\lambda/2$ に近い値を示すので、このような N_z を有することは、より一層好ましいといえる。

【0030】以上のように、一軸光学異方性シートと二軸光学異方性シートを組み合わせることで、垂直配向モードにおける完全な黒状態の補償を実現することができる。2枚の偏光板の間に一軸光学異方性シートと二軸光学異方性シートが存在すれば効果的な光学補償をおこなうことができるが、最大限の光学補償を実現するためには、さらに次のような点を考慮することが望ましい。まず、最適な条件の二軸光学異方性シートを用いると直線偏光を直線偏光のまま回転させることができるので、二軸光学異方性シートと偏光板の間に液晶層や1軸光学異方性シートがない構成のほうが、完全な黒補償を行うには有利である。次に、液晶層のリタデーションの影響を受けた光がさらに光学的な影響を受ける前に補償するためには、液晶層と一軸光学異方性シートが隣接した位置関係にあることが望ましい。したがって最も望ましい位置関係は、基板および電極を除いて考えると、偏光板34、二軸光学異方性シート38、1軸光学異方性シート36、液晶層22、偏光板32の順(図3)、または、偏光板、二軸光学異方性シート、液晶層、一軸光学異方性シート、偏光板の順(図4)である。

【0031】一軸光学異方性シートは偏光板に一体化して設けられていてもよい。一軸光学異方性シートは、偏光軸や液晶層の遅相軸とのアライメントを必要としないので、偏光板に一体化しても必要な機能を発現させることが容易である。とくに、偏光板が保護層としてトリアセチルセルロース(TAC)を有する場合には、偏光板の液晶層側のTACの塗膜を通常の保護層の厚みよりも厚膜化することにより、一軸光学異方性シートを別途用意する必要がなくなる。典型的には保護層としてのTACはたとえば50nm前後のリタデーションを有しているのに対して、液晶層のリタデーションのキャンセルのために必要な一軸光学異方性シートはたとえば300nm前後のリタデーションを有している必要がある。したがって、これに相当するような厚膜のTAC塗膜を設けることで本発明に適合する一軸光学異方性シートとしての特性も偏光板に付与することができる。

【0032】

【実施例】以下に実施例を示して、本願発明の内容をさらに詳細に説明する。これらの実施例は本願発明の内容の具体例を示すものであり、本願発明がこれらの実施例に限定されるものではない。実施例においては、ジョーンズマトリクスを用いた光学シミュレーションで計算し検討している。

【0033】液晶セルや電極・基板、偏光板等は垂直配向モード用として従来から用いられているものがそのまま使用できる。液晶セルの配向は垂直配向であり、液晶は負の誘電率異方性を有しており、垂直配向モード用に

50

(6)

9

開発され市販されているものを用いることができる。液晶セルの物性は、液晶の Δn : 0.081、 Δe : -4.6、液晶層のセルギャップ: 4.8 μm 、とした。このときの液晶の $\Delta n d$ は0.39 μm である。液晶は左右に配向分割する。配向分割するための方式としては、突起を用いる方法がラビングも不必要であるので適している。上下の偏光板の偏光軸は上下の偏光板の偏光軸を直交させる。1軸光学異方性シートの z 軸方向の $\Delta n d = -0.35 \mu\text{m}$ 、二軸光学異方性シートの xy 平面の $\Delta n d = 275 \text{ nm}$ 、 $N_z = 0.5$ 、二軸光学異方性シートの xy 面内の遅相軸は2つの偏光板のどちらかの偏光軸と平行とする。

【0034】このようにして、可視光の代表的な値である550 nmの波長を用いて光学計算すると、黒状態、すなわち無電化状態で黒の視角の浮き上がりが全くなく、全方位で光学補償できる。図1がシートがない場合の計算結果であるのに対して、図6はシートがある場合のコントラストの視角特性の結果を示す。図1および図6においては、極角が0-80度で全方位角の範囲についての結果を示しており、黒い部分がコントラスト50

以上になる領域を表している。

【0035】今回の二軸光学異方性シートは、理想的には $(n_x - n_y) \times d = 270 \text{ nm}$ で、 $N_z = 0.5$ のときに最も効果を発揮する。図7は、 $(n_x - n_y) \times d$ (横軸)と N_z (縦軸)が変化したときのコントラストの値を示す。斜線部分は方位角90度、極角方向80度の場合の、コントラストが10以上になる部分を示している。 $(n_x - n_y) \times d = 270 \text{ nm}$ で、 $N_z = 0.5$ のところを中心に、 $(n_x - n_y) \times d$ が200 nm~320 nm、 N_z が0.25~0.7のときに大きく効果を発揮していることがわかる。

【0036】二軸光学異方性シートは上下いずれか偏光板の偏光軸と極力平行であることが望ましいが、略平行、具体的には平行から ± 2 度のずれの範囲内であれば十分に実用に耐えうるものとなる。図8は、偏光板の偏光軸とシートの遅相軸のなす角度 Φ と正面コントラストの関係を示している。 ± 2 度の範囲では正面コントラストが100以上の値が得られており、この Φ の範囲で二軸光学異方性シートを用いることができる。

【0037】液晶層の $\Delta n d$ が異なっても一軸光学異方性シートのリタレーション値を変更することで黒レベルの補償が可能である。図9は、液晶層の $\Delta n d$ が390 nmである場合の、一軸光学異方性シートの $\Delta n d$ とコントラストの関係を求めた結果である。コントラストは極角80度、方位角90度である。実際のシートの $\Delta n d$ は負の値であり、図9の横軸はシートの $\Delta n d$ の絶対値を示している。最適なシートの $\Delta n d$ は355 nm程度であり、300 nm~390 nmの範囲においてコントラスト5以上が得られている。このような望ましい一軸光学異方性シートの $\Delta n d$ は図10の斜線で示した範

10

囲である。図10からわかるように、一軸光学異方性シートの $\Delta n d$ が液晶層の $\Delta n d$ の75~100%である場合に、一軸光学異方性シートを用いる顕著な効果が得られている。

【0038】

【発明の効果】垂直配向モードの液晶表示装置において、一軸光学異方性シートと二軸光学異方性シートを組み合わせることにより、二軸光学異方性シートを一枚のみ用いる構成であっても、正面方向の特性を何ら変更させることなく、斜め方向の視角特性を向上させることが可能となる。

【0039】二軸光学異方性シートが1枚であっても完全な補償が可能である点は以下に示すように極めて有利である。まず、二軸光学異方性シートは一軸光学異方性シートよりも一般に高価であるので、コストが低減される。また、アライメント調整が必要な二軸光学異方性シートが一枚ですむので、製造プロセスが簡素になる。さらに、液晶層の $\Delta n d$ が変更しても二軸光学異方性シートを変更する必要がなく、リタレーションの調整の容易な一軸光学異方性シートの変更に対応することができる。一軸光学異方性シートは偏光板と容易に一体化することもでき、その結果、全体としてシートを1枚省略することができるので、特に有利である。さらに、隣接する偏光板の偏光軸と二軸光学異方性シートとの位置関係が平行である場合だけでなく垂直である場合も構成として取りうるので、設計上の余裕度が向上する。

【0040】また、所定のリタレーションを有する二軸光学異方性シートを用いることにより、理論上完全な光学補償を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術における液晶表示装置のコントラスト曲線を示すグラフである。

【図2】従来技術における液晶表示装置の層構成を示す図である。

【図3】本願発明における液晶表示装置の層構成を示す図である。

【図4】本願発明における液晶表示装置の層構成を示す図である。

【図5】本願発明における積層体の軸の相互関係を示す図である。

【図6】本願発明における液晶表示装置の高コントラスト領域を示すグラフである。

【図7】本願発明における液晶表示装置のコントラスト曲線を示すグラフである。

【図8】本願発明における液晶表示装置のコントラスト曲線を示すグラフである。

【図9】一軸光学異方性シートの $\Delta n d$ とコントラストの関係を示すグラフである。

【図10】液晶層の $\Delta n d$ と一軸光学異方性シートの $\Delta n d$ との組み合わせの関係を示すグラフである。

(7)

11

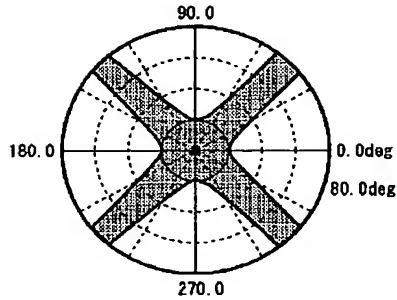
12

【符号の説明】

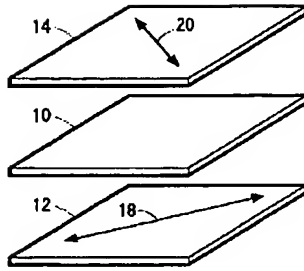
10、22 液晶層
 23 ネマチック液晶分子
 12、14、32、34 偏光板
 18、20、52、54 透過軸
 24、26 基板

28、30 電極
 36 一軸光学異方性シート
 38 二軸光学異方性シート
 56 軸
 58 遅相軸

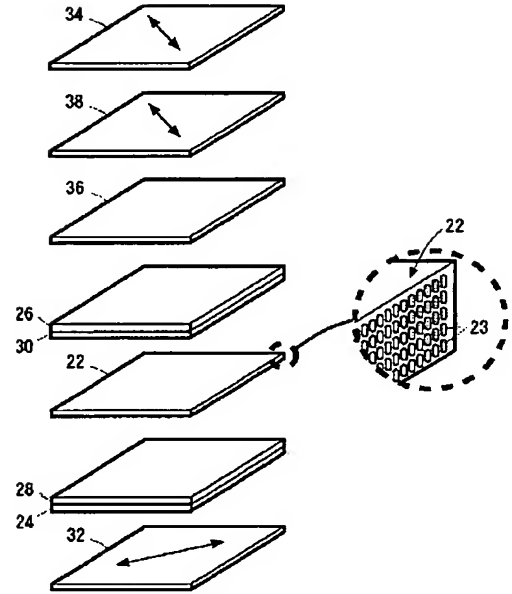
【図1】



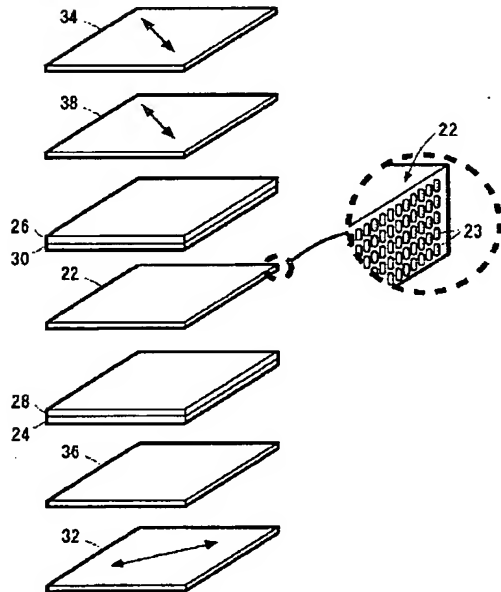
【図2】



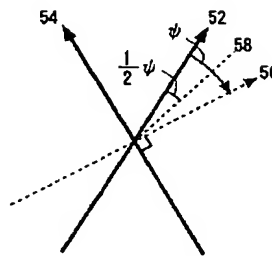
【図3】



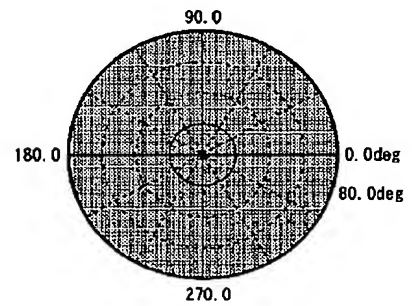
【図4】



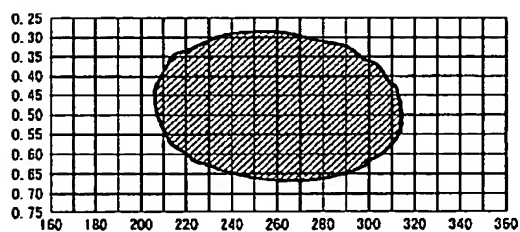
【図5】



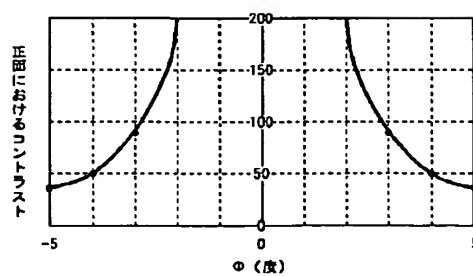
【図6】



【図7】

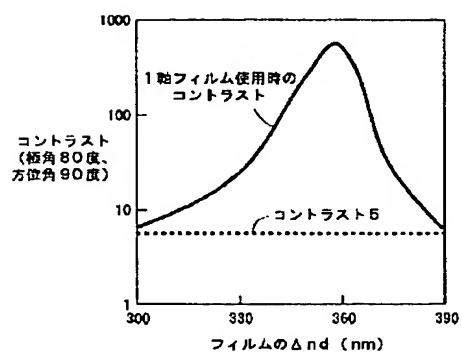


【図8】

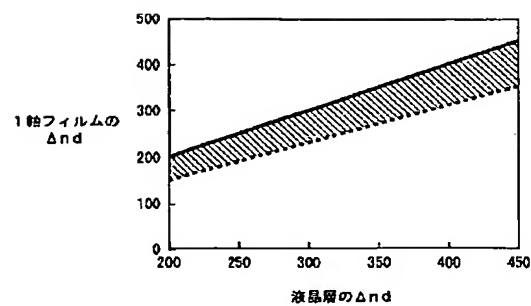


(8)

【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H091 FA08X FA08Z FA11X FA11Z
 FB02 FD06 GA06 KA02 LA17
 LA19